



Guía

para el Desarrollo de Proyectos de
Bombeo de Agua con
Energía Solar
Fotovoltaica



Volmen II
Libro de Trabajo

Sandia National Laboratories
Southwest Technology Development Institute

TABLA DE CONTIENDOS

INTRODUCCION.....	1
LEVANTAMIENTO DE DATOS CLAVES DEL PROYECTO	2
FORMULARIO DE DATOS CLAVES DEL PROYECTO.....	3
CONSIDERACIONES DE IMPACTO AMBIENTAL.....	4
FORMULARIO SOBRE EL IMPACTO AMBIENTAL.....	5
HOJA DE DIMENSIONAMIENTO PARA CÁLCULO	7
CÁLCULO DE LA CARGA DEL BOMBEO DE AGUA	8
DIMENSIONAMIENTO DEL ARREGLO FV Y RÉGIMEN DE BOMBEO	9
ESTIMACIÓN DEL COSTO DEL SISTEMA	10
COSTO DEL CICLO DE VIDA UTIL	10
TABLA DE COSTOS APROXIMADOS PARA SISTEMAS DE BOMBEO FV.....	11
FORMULARIO PARA ESTIMAR EL COSTO DEL CICLO DE VIDA ÚTIL	12
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA PROYECTOS DE BOMBEO DE AGUA CON ENERGÍA FOTOVOLTAICA	13
EVALUACIÓN DE LAS OFERTAS DE PROVEEDORES.....	23
FORMULARIO PARA EVALUACION DE OFERTAS.....	24
LA PRUEBA DE ACEPTACIÓN.....	25
PROTOCOLO DE PRUEBA DE ACEPTACIÓN	26
INFORME DE MANTENIMIENTO DEL SISTEMA.....	28
HISTORIAL DEL RENDIMIENTO DEL SISTEMA.....	29
INFORME DE INSPECCION DEL SISTEMA.....	30



Este Libro de Trabajo (Volumen 2 de la Guía para el Desarrollo de Proyectos de Bombeo de Agua con Energía Fotovoltaica) contiene una serie de formularios y documentos estandarizados para asistir al proyectista en la integración de expedientes, adquisición de insumos y seguimiento de proyectos de bombeo de agua con energía solar.

Debido a que muchos factores locales afectan el desarrollo de proyectos, es muy difícil elaborar un modelo de trabajo que se ajuste a todas las situaciones posibles. El proyectista deberá modificar los formularios de acuerdo a las condiciones del mercado local y a los objetivos del proyecto.

Este libro de trabajo recomienda el desarrollo de proyectos en tres etapas, como se describe a continuación:

Etapas I.

		Evaluación de Factibilidad del Proyecto
1.		Levantamiento de datos claves del proyecto
2.		Consideraciones de impacto ambiental
3.		Dimensionamiento del sistema
4.		Estimación del costo del sistema

Etapas II.

		Proceso de Adquisición
1.		Requisitos mínimos para sistemas FV de bombeo
2.		Evaluación de la oferta
3.		Prueba de aceptación

Etapas III.

		Actividades de Seguimiento
1.		Informe de mantenimiento del sistema
2.		Historial del rendimiento del sistema
3.		Informe de inspección del sistema

LEVANTAMIENTO DE DATOS CLAVES DEL PROYECTO

La información clave del proyecto incluye datos generales, características de la fuente de agua y demanda mensual de agua. Esta información es útil para estimar el tamaño y costo del sistema. Esta información debe incluirse en la especificación técnica del sistema para el proveedor.

La información sobre la infraestructura existente debe provenir de mediciones directas y/o observaciones realizadas durante una visita al sitio. El proyectista debe hacer observaciones sobre la condición de la fuente de agua (posibilidad de inundación, sedimentación, etc.) y hacer recomendaciones para su mejoramiento de ser necesario.

En la mayoría de los casos, la demanda de agua es diferente para cada época del año. Para obtener el consumo diario de agua para cada mes del año, el proyectista debe basarse primordialmente en la información proporcionada por el usuario. El proyectista puede corroborar esta información estimando el volumen de agua requerido para satisfacer las necesidades de abrevadero, irrigación y consumo humano basados en demandas típicas para el lugar. Es importante comparar las demandas promedio con la capacidad de producción del pozo en las épocas más críticas. Si la capacidad de la fuente es insuficiente, el proyectista puede recomendar que se mejore la fuente de agua, o que se desarrolle otra.

Si se tiene información sobre la insolación diaria (horas solares pico) para cada mes en el lugar del proyecto, el proyectista puede determinar el mes de diseño del proyecto. El mes de diseño corresponde al mes con mayor caudal de bombeo. El Volumen 1 de esta Guía contiene una sección con valores de insolación mensual aproximados para diferentes lugares en México.

FORMULARIO DE DATOS CLAVES DEL PROYECTO

Nombre del proyecto: _____	Evaluador: _____	Fecha: _____
-----------------------------------	-------------------------	---------------------

DATOS GENERALES

Nombre del predio: _____	Longitud: _____
Estado: _____	Latitud: _____
Municipio: _____	Superficie Total: _____ has
Nombre del usuario: _____	Número de habitantes: _____
Cómo contactarlo: _____	Unidades animales: _____
Organización: _____	Distancia de la línea eléctrica: _____ km
Acceso al lugar: _____	

INFRAESTRUCTURA EXISTENTE

Fuente de agua: Arroyo o escurrimiento Noria Pozo (diám. ademe: _____ cm)

Condición de la fuente de agua: _____

Profundidad: _____ m Altura del brocal a la descarga: _____ m

Nivel estático: _____ m Capacidad de almacenamiento: _____ m³

Nivel dinámico: _____ m Conducción: Longitud: _____ m Diámetro: _____ pulgadas

Rendimiento máximo de la fuente: _____ m³/ día. Dotación anual de agua: _____ m³

Equipo actual de extracción: _____

Volumen bombeado: _____ m³/semana Frecuencia de bombeo: _____ horas/día _____ veces/semana

DEMANDA DE AGUA (m³/día)

Mes	Abrevadero	Irrigación	Uso Doméstico	Total		Horas Solares Pico	=	Caudal de Bombeo		
								m ³ /hr	L/seg	gal/min
Enero					÷		=			
Febrero					÷		=			
Marzo					÷		=			
Abril					÷		=			
Mayo					÷		=			
Junio					÷		=			
Julio					÷		=			
Agosto					÷		=			
Septiembre					÷		=			
Octubre					÷		=			
Noviembre					÷		=			
Diciembre					÷		=			

RESUMEN:

Carga dinámica total: _____ m Mes de diseño (mayor caudal): _____

Demanda de agua: _____ m³/día Ciclo hidráulico de diseño: _____ m⁴/día



CONSIDERACIONES DE IMPACTO AMBIENTAL

Una de las ventajas más significativas de los sistemas de bombeo de agua con energía solar es su bajo impacto ambiental. El usuario y el proyectista deben considerar el impacto ambiental del proyecto en el estudio de factibilidad.

Por otro lado, la mayoría de los programas de desarrollo establecen una clara preferencia por proyectos de bajo impacto ambiental. Es recomendable que el proyectista mencione los beneficios ambientales del sistema solar en el proyecto. Además se debe hacer referencia a los reglamentos y recomendaciones existentes con relación a la extracción del agua y manejo de los agostaderos y áreas de riego. Para maximizar los beneficios del sistema solar, el proyecto productivo propuesto debe incluir un manejo sustentable de los recursos naturales.

El cuestionario de esta sección se puede utilizar para documentar los méritos de tipo ambiental del proyecto.

FORMULARIO SOBRE EL IMPACTO AMBIENTAL

Nombre del proyecto: _____ **Evaluador:** _____ **Fecha:** _____

Proporcione una breve explicación de los siguientes conceptos ambientales del proyecto

	Sí	No
1. ¿El usuario del sistema de energía renovable cumple con todas las leyes y reglamentaciones con respecto al bombeo de agua proveniente de la fuente existente o nueva (por ejemplo pozos, ríos, embalses, etc...)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. ¿Se ha determinado que las tierras pueden sostener los cultivos o la producción ganadera actual o propuesta de acuerdo a los reglamentos existentes?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. ¿El sistema de bombeo de agua con energía solar y su actividad productiva implica algún beneficio ecológico, es decir no afecta la fauna y flora de la región?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. ¿El sistema de bombeo de agua con energía solar será utilizado para el uso sostenible de los recursos naturales, evitando la sobre explotación?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. La ubicación del proyecto tiene acceso por los caminos existentes y no hay necesidad de deforestar para hacer un nuevo camino	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. ¿El sistema de energía renovable contribuirá a evitar la extensión de la red eléctrica, permitirá que se eviten, reemplacen o se reduzca el uso de sistemas convencionales?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. ¿Se prevee que la instalación contribuirá al mejoramiento del medio ambiente y a la salud pública?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

DIMENSIONAMIENTO

Las formas de dimensionamiento se deben llenar para estimar un proyecto de bombeo fotovoltaico con muchas probabilidades de realizarse. La información de cada casilla se encuentra en el Volumen 1 de esta guía.

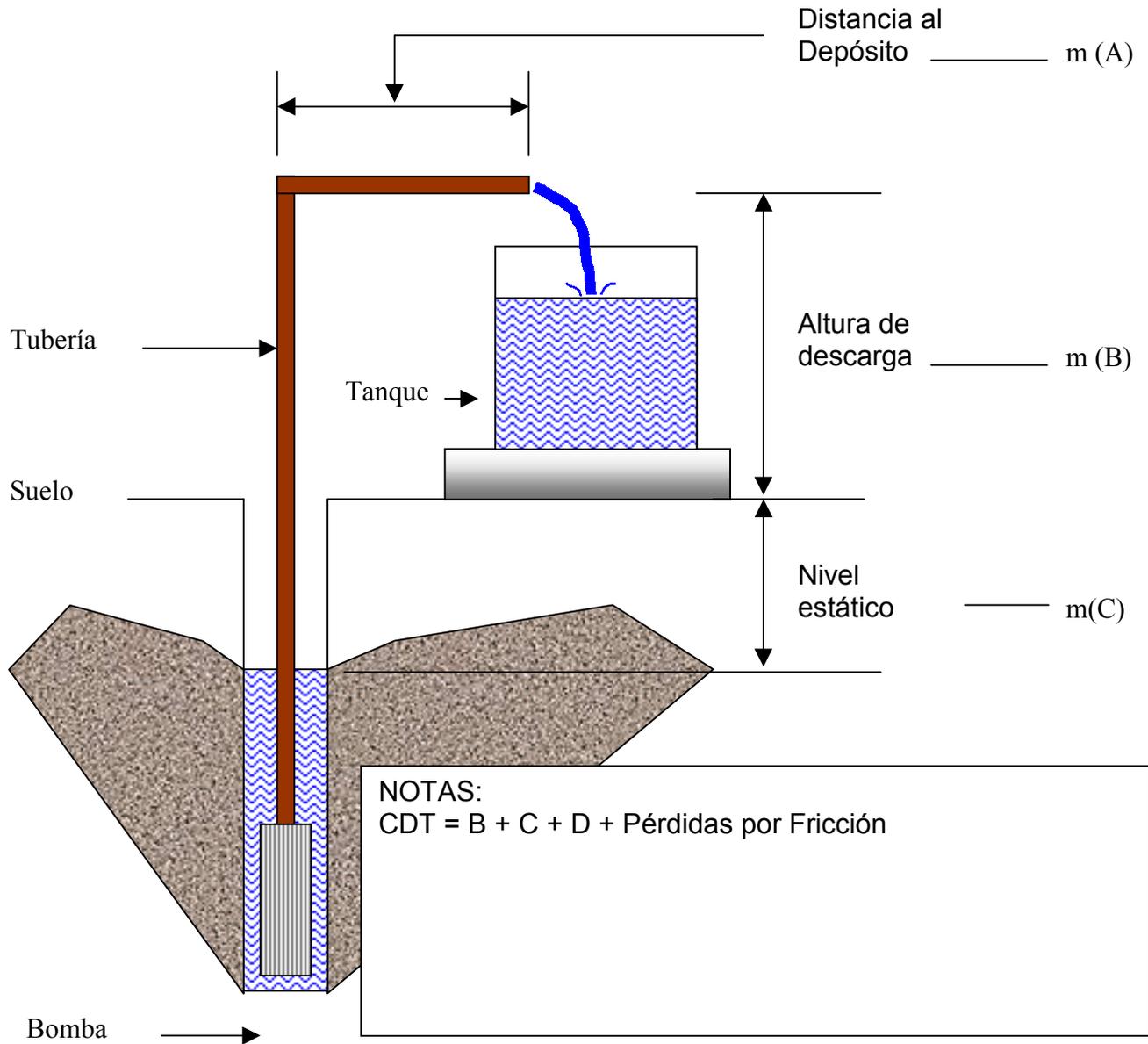
Es recomendable que el proyectista siga todo el procedimiento de estas tablas para obtener una idea muy realista del tipo de sistemas que un proveedor realizaría. Los valores obtenidos no son necesariamente los únicos correctos ya que un proveedor puede entregar una propuesta diferente que satisfaga todos los requisitos.

El dimensionamiento realizado con estas hojas de cálculo deben servir únicamente como referencia al momento de evaluar las propuestas de los proveedores.



HOJA DE DIMENSIONAMIENTO PARA CÁLCULO

Nombre del proyecto: _____ Evaluador: _____ Fecha: _____



CÁLCULO DE LA CARGA DEL BOMBEO DE AGUA

Proyecto Contacto
 Persona a cargo Fecha

HOJA DE CALCULOS 1 BOMBEO DE AGUA

CALCULO DE LA CARGA DEL BOMBEO DE AGUA.

Los textos y valores en rojo pueden cambiarse. Las casillas de color verde son necesarias para realizar todos los cálculos.
 El volumen de agua es en litros. Las cargas se dan en metros.
 Un mensaje de advertencia aparecerá si se ingresan valores incorrectos.

1	2	3
Volumen de agua necesaria por día (l/día)	Insolación del sitio (h-pico/día)	Régimen de bombeo (l/h)
/	=	/

4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Nivel estático (m)	Abatimiento (m)	Altura de descarga (m)	Carga estática (m)	Recorrido adicional de tubería (m)	Recorrido total de tubería (m)	Factor de fricción (decimal)	Carga por fricción (m)	Carga estática (m)	Carga dinámica total (m)
+	+	=	+	=	X	=	+	=	=

Ahora es posible seleccionar una bomba de agua de acuerdo a las necesidades y especificaciones del fabricante. Consulte la información técnica proporcionada por el fabricante de bombas de agua y llene las casillas de la derecha antes de continuar en la casilla 11.

INFORMACION DE LA BOMBA Y MOTOR

Marca	
Modelo	
Tipo de bomba	
Tipo de motor	
Voltaje de operación (c.a/c.c.)	
Eficiencia de la bomba	

14	15	16	17	18	19	20	21
Volumen de agua necesario por día (l/día)	Carga dinámica total (m)	Factor conversión	Energía Hidráulica (Wh/día)	Eficiencia de la bomba (decimal)	Energía del arreglo FV (Wh/día)	Voltaje nominal del sistema (V)	Carga eléctrica (Ah/día)
1	13	/	367	/	=	/	=

22	23	24	25	26
Carga eléctrica (Ah/día)	Factor de rendimiento del conductor (decimal)	Carga eléctrica corregida (Ah/día)	Insolación del sitio (h-pico/día)	Corriente del proyecto (A)
21	/	0.95	/	=

DIMENSIONAMIENTO DEL ARREGLO FV Y RÉGIMEN DE BOMBEO

HOJA DE CALCULOS 2 BOMBEO DE AGUA

DIMENSIONAMIENTO DEL ARREGLO FOTOVOLTAICO

Ahora es el momento de seleccionar el modelo de módulo fotovoltaico que se usará en el arreglo. Repita este proceso hasta encontrar el menor número posible de módulos que satisfagan las necesidades del sistema de bombeo.

INFORMACION DEL MODULO FOTOVOLTAICO	
Marca y modelo	
Tipo	
Vmp	Voc
Imp	Isc

27	Corriente del Proyecto (A)	28	Factor de reducción del módulo (decimal)	29	Corriente ajustada del proyecto (A)	30	Corriente Imp del módulo (A)	31	Módulos en paralelo (núm. entero)
26			0.95	=		/		=	

32	Voltaje nominal del sistema (V)	33	Voltaje Vmp del módulo (V)	34	Módulos en serie	35	Módulos en paralelo	36	Total de Módulos	37	Corriente Imp del módulo (A)	38	Voltaje Vmp del módulo (V)	39	Tamaño del arreglo fotovoltaico (W)
20		/		=		X		=		X	X		=		

HOJA DE CALCULOS 3 BOMBEO DE AGUA

AGUA BOMBEADA Y REGIMEN DE BOMBEO.

40	Módulos en paralelo	41	Corriente Imp del módulo (A)	42	Voltaje Nominal del sistema (V)	43	Factor de rendimiento del sistema (decimal)	44	Factor de conversión	45	Insolación del sitio (h-pico/día)	46	Factor de reducción del módulo (decimal)	47	Carga dinámica total (m)	48	Agua Bombeada (l/día)
31	X	30	X	20	X	18	X	16	367	2	X	28	0.95	13	/	=	

Compare el régimen de bombeo (l/h) de la casilla 51 con la capacidad de de la fuente de agua. Si el régimen de bombeo es mayor que la capacidad de batería o bien amplíe la fuente de agua. Esta es una decisión que se basa en el aspecto económico.

49	Agua Bombeada (l/día)	50	Insolación del sitio (h-pico/día)	51	Régimen de bombeo (l/h)
48	/	2	/	=	



ESTIMACIÓN DEL COSTO DEL SISTEMA

TABLA DE COSTOS APROXIMADOS

Una estimación del costo se puede obtener a partir de la dotación hidráulica (demanda de agua \times carga dinámica total) y el recurso solar del lugar, utilizando la Tabla de Costos Aproximados de la página siguiente. Note que la tabla proporciona costos aproximados de materiales en México (incluyendo impuestos aplicables), pero no incluye costos de acuerdos de garantía y mantenimiento. La tabla se utiliza de la siguiente manera:

Seleccionar la columna correspondiente a la insolación (en horas solares pico) en la época crítica.

Desplazarse hacia abajo y seleccionar el volumen de agua requerido (en m^3 por día).

Desplazarse hacia la derecha y seleccionar el costo del sistema que corresponde a la carga dinámica total del proyecto (en metros).

Finalmente hay que añadir el costo aproximado de mantenimiento y garantías si se aplica.

Ejemplo: Proyecto – Jeromín, Estado de Chihuahua

Información de Proyecto:

Carga Dinámica Total:	40 m
Capacidad de bombeo de agua:	$13 m^3$
Horas Solares Pico:	6 hr

Se requiere que el sistema solar bombee $13 m^3$ de agua en el verano a una carga dinámica total de 40 m. Se estima que el recurso solar en el verano en el estado de Chihuahua es de 6 horas solares. Con ayuda de la **Tabla de Costos Aproximados para Sistemas de Bombeo de Agua** que se muestra en la siguiente página, ubíquese en 6 horas solares pico. Después baje hasta encontrar el volumen de agua demandado ($13,000 m^3$). Ahora localice la Carga Dinámica Total de 40 m en el lado derecho de la tabla y suba hasta intersectar con el renglón correspondiente a los $13,000 m^3$. El costo aproximado obtenido es de US\$ 11,600. Este costo no incluye acuerdos de garantía y mantenimiento del sistema.

COSTO DEL CICLO DE VIDA UTIL

Este método permite calcular el costo total de un sistema de bombeo durante un periodo determinado, considerando no sólo los gastos de inversión inicial, sino también los gastos incurridos durante la vida útil del sistema. El CCVU es el “valor presente” del costo de inversión, los gastos de refacciones, operación y mantenimiento, transporte al sitio, y el combustible para operar el sistema. Retiérase a la sección 6 del Volumen 1 para mayor explicación.

TABLA DE COSTOS APROXIMADOS PARA SISTEMAS DE BOMBEO FV

Insolación (Horas Solares Pico)						Costo Aproximado del Sistema (*) (Dólares Estadounidenses)							
3	4	5	6	7	8								
20,000	26,700	33,300	40,000	46,700	53,300	8,300	9,600	11,400	13,600	16,300	16,500	**	**
13,500	18,000	22,500	27,000	31,500	36,000	8,200	8,900	9,300	12,400	13,400	13,500	17,200	**
10,000	13,300	16,700	20,000	23,300	26,700	7,000	8,400	8,300	10,300	10,600	12,400	16,500	17,800
6,500	8,700	10,800	13,000	15,200	17,300	6,700	7,000	8,100	8,800	9,800	11,600	13,500	16,400
5,000	6,700	8,400	10,000	11,700	13,300	6,500	6,700	7,100	8,100	8,700	10,500	12,800	14,500
4,000	5,300	6,600	8,000	9,300	10,700	6,100	6,300	6,800	7,900	8,000	9,400	11,800	12,700
2,500	3,300	4,200	5,000	5,800	6,700	3,600	3,700	5,200	6,500	7,200	8,700	10,500	11,300
2,000	2,700	3,400	4,000	4,800	5,400	2,800	3,300	4,300	5,600	6,500	8,500	10,300	10,800
1,500	2,000	2,500	3,000	3,500	4,000	2,600	2,800	3,900	4,400	4,700	5,500	7,000	9,800
1,000	1,300	1,700	2,000	2,300	2,700	2,100	2,400	3,200	3,500	3,600	4,100	5,000	6,200
500	700	800	1,000	1,200	1,300	1,600	1,800	2,300	2,500	2,600	3,000	3,400	3,300
Rendimiento (litros / día)						5	10	15	20	30	40	50	60
						Carga Dinámica Total (Metros)							

NOTAS:

Costos aproximados que incluyen costo de mano de obra e IVA

(**) No se identificaron bombas para este tamaño de aplicación.

FORMULARIO PARA ESTIMAR EL COSTO DEL CICLO DE VIDA ÚTIL

Nombre del proyecto: _____	Evaluador: _____	Fecha: _____
----------------------------	------------------	--------------

Suposiciones:

Concepto	Valor
Periodo de estudio (años)	
Tasa interés promedio para el periodo de estudio (%)	
Inflación promedio para el periodo de estudio (%)	
Inflación de combustible promedio para el periodo de estudio (%)	
Costo de operación y mantenimiento (sistema fotovoltaico) (\$/año)	
Costo de operación y mantenimiento (sistema de combustión interna) (\$/año)	
Costo de la mano de obra (\$ / hora)	
Costo del combustible en el sitio de uso (\$ / litro)	
Tamaño mínimo de motobomba (Hp)	
Tamaño mínimo de moto-generador diesel (kW)	
Visitas anuales de mantenimiento (sistema fotovoltaico)	
Visitas anuales de mantenimiento (sistema de combustión interna)	
Costo de transporte por cada visita de mantenimiento	
Eficiencia del sistema de bombeo convencional (bomba y generador)	

Análisis del costo del ciclo de vida útil

Sistema Fovoltáico					Sistema Convencional				
Concepto	Año *	Cantidad	FVP ó FVPA	Valor Presente	Concepto	Año *	Cantidad	FVP ó FVPA	Valor Presente
Costo Inicial	0	\$	1.0	\$	Costo Inicial	0	\$	1.0	\$
Reemplazos					Reemplazos				
1.		\$		\$			\$		\$
2.		\$		\$			\$		\$
3.		\$		\$			\$		\$
Operación y Manteimiento					Operación y Manteimiento				
1.	A	\$		\$		A	\$		\$
2.	A	\$		\$		A	\$		\$
3.	A	\$		\$		A	\$		\$
Transporte para visitas de O y M					Tranporte para visita de O y M				
1	A	\$		\$		A	\$		\$
2	A	\$		\$		A	\$		\$
3	A	\$		\$		A	\$		\$
CCVU				\$	CCVU				\$

(-) Una "A" en esta columna representa un costo anual.

**PROYECTO DE ENERGÍA RENOVABLE
PARA LA AGRICULTURA**

**Fideicomiso de Riesgo Compartido
Sandia National Laboratories
New Mexico State University**

***ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
PARA PROYECTOS DE BOMBEO DE AGUA
CON ENERGÍA FOTOVOLTAICA***

PROYECTO DE ENERGÍA RENOVABLE PARA LA AGRICULTURA

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA PROYECTOS DE BOMBEO DE AGUA CON ENERGÍA FOTOVOLTAICA

OBJETIVO

Las Especificaciones Técnicas establecen los requisitos de calidad, cantidad, confiabilidad, frecuencia y otros aspectos relacionados con los servicios de suministro e instalación, que cumplirán los proveedores de sistemas de bombeo de agua con energía fotovoltaica. Estas especificaciones se aplicarán durante el proceso de selección de ofertas, pruebas de aceptación, capacitación y mantenimiento de esos sistemas.

Estas Especificaciones Técnicas serán de observancia obligatoria para aquellos proveedores interesados en participar en este Proyecto.

1. GARANTIAS

El proveedor dará la garantía en las partes y componentes del sistema no menor a las garantías proporcionadas por los fabricantes de los mismos. Estas garantías deben entregarse en documentación original proporcionada por los fabricantes.

Además de las garantías de los fabricantes, el proveedor dará una garantía de funcionamiento del sistema por un periodo no menor a 18 meses, que cubra todos los componentes del sistema (módulos, controlador/inversor, bomba, motor, sensores, estructuras de montaje, interruptor del arreglo, sistema de tierra, sistema de protección contra descargas, cables, gabinetes, flujómetro, plomería, herrajes y accesorios). La garantía de instalación de 18 meses también cubre empalmes, conexiones eléctricas, conexiones hidráulicas y cimientos.

Dentro del periodo de garantía de instalación (18 meses), todos los componentes que presenten fallas o defectos producto de una mala instalación o vicios ocultos, deberán ser reparados o reemplazados por el proveedor sin costo alguno para el comprador o usuario.

Durante el periodo de garantía, los componentes no deben presentar problemas de corrosión, deformación, interperismo, fracturas, mal funcionamiento.

Se excluye de la garantía los daños o pérdidas por robo, vandalismo y desastres naturales como ciclones, terremotos o inundaciones.

2. ESPECIFICACIONES DE PARTES Y COMPONENTES

2.1. Módulos Fotovoltaicos

- a) Deberán de ser módulos nuevos y de modelo actual.
- b) Deberán tener certificación de UL 1703.
- c) Deberá tener marco de aluminio anodizado.
- d) Deberán tener una garantía del fabricante de por lo menos 15 (quince) años. En este periodo de garantía, no deberá existir una degradación mayor del 20% en la potencia-pico, bajo condiciones estándares de medición.

- e) Deberá tener caja de conexión para intemperie que acepte instalación hermética de cables individuales o conduit.
- f) Deberá incluir diodos de paso para reducir el efecto de sombras parciales.
- g) Deberá tener placa de identificación original que indique los datos eléctricos y referencias del fabricante.

2.3. Soporte y Estructura

- a) La estructura podrá ser de aluminio anodizado o acero galvanizado. Toda la tornillería debe ser resistente a la corrosión.
- b) La cimentación debe ser de concreto armado de dimensiones adecuadas para soportar vientos de hasta 150 km/hr.
- c) Para cualquier aclaración se usará como referencia el Reglamento de Construcción de la entidad correspondiente.

2.4. Controlador o Inversor

- a) Deberán de ser nuevos y de modelo actual.
- b) Debe ser compatible con las características del motor de la bomba y del arreglo fotovoltaico
- c) El gabinete debe ser resistente a la corrosión y a la entrada de agua y polvo (NEMA 4X o equivalente).
- d) Deberá incluir sensores de nivel o protección equivalente para prevenir el bombeo en seco. También debe prevenir daños al motor cuando la descarga esté obstruida o la bomba esté atorada. Los electrodos del sensor de nivel del pozo deben ser de material resistente a la corrosión. Si el controlador lo permite, se recomienda un sistema de control de nivel de agua en el tanque de almacenamiento, especialmente si éste tiene capacidad menor a tres días de almacenamiento y se encuentra a menos de 10 metros del controlador.
- e) Deberán tener una placa de identificación del fabricante indicando como mínimo marca, modelo y características eléctricas.
- f) Estos requisitos (2.4a hasta 2.4e) quedan sin efecto si el sistema no requiere controlador o inversor.

2.5. Bomba y Motor

- a) Deberán de ser módulos nuevos y de modelo actual.
- b) Deberán ser ensamblados de fábrica y deben estar diseñados específicamente para bombeo con energía fotovoltaica.
- c) La bomba puede ser sumergible, superficial, centrífuga o de desplazamiento positivo (de diafragma, pistones o cilindro), con componentes resistentes a la corrosión.
- d) Las bombas sumergibles deben tener un cuerpo de acero inoxidable o bronce.
- e) Deberán tener una placa del fabricante con las características eléctricas del motor.

2.6. Cableado

- a) Todos los conductores eléctricos deberán ser de cobre.
- b) Deberán ser de calibre apropiado para que la caída de voltaje no sea mayor a 3% medido entre dos puntos cualesquiera del sistema en operación.
- c) Si no se usa conduit en las interconexiones del arreglo, el cableado del arreglo debe estar especificado para uso en presencia de humedad a 90°C y además debe ser resistente a los rayos ultravioleta, tales como los tipos USE-2 y SE.
- d) Si se usa conduit para las interconexiones del arreglo, los cables deben estar especificados para uso en presencia de agua a 90°C, tales como los tipos USE-2, RHW-2, THW-2, THWN-2 y XHHW-2.
- e) Los cables instalados en ductos enterrados o no expuestos a la luz directa del sol deben estar especificados para uso en presencia de agua, tales como los tipos RHW, RHW-2, THW, THW-2, USE y USE-2.
- f) El cableado de la bomba al controlador debe ser hecho con cable tipo sumergible (el cable debe estar marcado como tal).

2.7. Sistema de Tierra y Sistemas de Protección Contra Sobrevoltaje

- a) Se deberá proporcionar una conexión a tierra de los equipos. Esto significa que todas las partes metálicas expuestas del sistema, incluyendo el motor/bomba, gabinete del controlador, gabinete del interruptor del arreglo, marco de los módulos y estructuras de montaje deberán ser puestas a tierra mediante conductores.
- b) El electrodo de tierra deberá ser una varilla de acero recubierto de cobre con no menos de 5/8" (16 mm) de diámetro y 3 metros de longitud, enterrada verticalmente o a un ángulo no mayor a 45 grados. Se puede utilizar el ademe del pozo como electrodo de tierra si éste es de metal y si se hace una conexión mecánica y eléctricamente segura. La abrazadera de conexión al electrodo de tierra deberá ser resistente a la corrosión, preferiblemente de cobre o bronce.
- c) Se prefiere que se conecte el cable negativo del arreglo a tierra (tierra del sistema) si se el arreglo tiene tres o más módulos en serie. Esto no se aplica si el controlador hace la conexión del conductor negativo a tierra internamente, o si el diseño del controlador no permite la conexión a tierra del conductor negativo. Se recomienda consultar con el fabricante del controlador sobre este requisito. Si el sistema no tiene controlador, consulte el fabricante de la bomba. Se recomienda que la conexión a tierra del conductor negativo se haga a la altura del interruptor del arreglo (véase el Apéndice A).
- d) El cable de puesta a tierra de los equipos (en cualquier caso) y del sistema (si se aplica) deberá ser de cobre desnudo o con aislante verde de calibre no menor al calibre del conductor principal del arreglo.
- e) En zonas de alta actividad atmosférica se prefieren los diseños que incluyan un sistema de protección contra descargas o sobrevoltaje (apartarayos) conectado a los cables del arreglo fotovoltaico y al sistema de tierra, para proteger los circuitos electrónicos. Se recomienda que el dispositivo contra sobrevoltaje se instale en el gabinete del interruptor del arreglo.

2.8. Interruptor del Arreglo

- a) Se deberá proporcionar un interruptor seccionador entre el arreglo y el controlador o bomba/motor, alojado en un gabinete para uso en intemperie tipo NEMA-3R o equivalente y montado en la estructura del arreglo en un lugar accesible.
- b) Deberá interrumpir el conductor positivo del arreglo.

- c) Deberá estar especificado para uso en corriente continua (c.c.) a un voltaje mayor o igual al voltaje de circuito abierto del arreglo, y debe ser capaz de interrumpir la corriente de corto circuito del arreglo.

2.9. Flujómetro

- a) Deberá medir flujo acumulado o volumen, con rango mínimo de 1,000 metros cúbicos.
- b) Deberá ser para uso en intemperie.
- c) La caída de presión en el flujómetro no deberá exceder el 5% de la carga dinámica total al caudal máximo.

2.10. Tornillería, herrajes y accesorios

- a) Todos los tornillos y abrazaderas deben ser de acero inoxidable para evitar corrosión acelerada.
- b) Los cinchos o corbatas de plástico para ajustar o amarrar los cables a la estructura deben ser de color negro (resistentes a los rayos ultravioleta).
- c) Se debe suministrar un cable o soga de seguridad resistente a la corrosión, capaz de soportar el peso de la bomba más la columna de agua en caso de romperse o despegarse el tubo de bajada. Si usa una soga, ésta no deberá quedar expuesta a los rayos directos del sol.
- d) El brocal de la fuente debe tener un soporte metálico protegido contra la corrosión para sujetar ahí la descarga de la bomba y la cuerda o cable de seguridad.

2.11. Otras Partes y Componentes

- a) Si se propone usar un motor con escobillas, el proveedor deberá de proporcionar un juego de reemplazo del modelo recomendado por el fabricante.
- b) Si se propone usar una bomba de diafragma, de pistones o de cilindro, se debe proveer un juego de diafragmas o sellos de reemplazo del fabricante.

3. ESPECIFICACIONES PARA LA INSTALACIÓN DEL SISTEMA

3.1. Cableado y Conexiones Eléctricas

- a) Todas las conexiones y empalmes, excepto el empalme del cable de las bombas sumergibles, deben estar contenidas dentro de cajas accesibles y apropiadas para uso en intemperie.
- b) Todas las conexiones y empalmes deben hacerse con conectores o en terminales de tipo y tamaño apropiado para el conductor.
- c) Todas las conexiones eléctricas deben tener alivio de tensión.
- d) El empalme sumergible de la bomba o sensores (si se aplica) deberán quedar mecánicamente seguros y deben aislarse mediante tubos termo-compresibles marinos o encapsulante de resina.
- e) Los cables que vayan dentro del pozo (hacia el motor o sensores) deben quedar firmemente sujetos a la tubería usando cinta eléctrica, cinchos o corbatas resistentes a la corrosión.
- f) En todos los puntos de conexión y empalmes deberá de haber un excedente de 20 cm de cable para permitir ajustes o reparaciones futuras.

- g) La entrada de los cables del arreglo a las cajas de conexión de los módulos (con o sin conduit) deben quedar selladas para impedir la entrada de agua.
- h) Si se requiere el uso de terminales en los cables, se usarán terminales las de tipo arillo y deberán ser prensadas con pinzas especiales para este uso.
- i) Los cables que salgan del control hacia el brocal del pozo o hacia el sensor en el tanque (si se aplica) deberán ser instalados en ducto no-metálico y enterrado a 30 cm de profundidad para protegerlos contra daños físicos.
- j) La porción del cable sumergible en contacto con el brocal del pozo deberá ser protegido sustancialmente contra daños físico.
- k) Todos los orificios y tapas de los gabinetes y cajas de conexiones eléctricas deben quedar selladas para impedir la entrada de agua e insectos.

3.2. Conexiones Hidráulicas

- a) La tubería entre la bomba y el brocal de la fuente puede ser de PVC hidráulico, poliducto, o tubería de fierro galvanizada.
- b) Se podrá usar manguera tipo tramada de alta resistencia en la succión (o de la bomba a la descarga) para profundidades máximas de 10 metros y gastos máximos de 10 litros por minuto.
- c) Si la longitud es de hasta 25 m., la tubería de la succión a la descarga deberá ser PVC cédula 40 o poliducto de resistencia equivalente.
- d) Para distancias mayores a 25 m., se usará PVC cédula 80, tubo galvanizado cédula 40 o poliducto de alta densidad de resistencia equivalente.
- e) No se deben usar partes (tuberías y conectores) de metales diferentes para evitar la corrosión acelerada.
- f) El flujómetro debe estar firmemente sujeto para evitar daños a las uniones.
- g) Todas las conexiones a la bomba y medidor deben ser roscadas y en su instalación se usará cinta de teflón.
- h) La tubería debe estar enterrada por lo menos a 30 cm de profundidad. No se aceptan tuberías sobre puestas en la tierra o aéreas.
- i) El proveedor deberá efectuar instalación hasta la pila cuando ésta no esté a distancias mayores a 10 metros de la fuente, en caso contrario su responsabilidad terminará hasta la descarga del flujómetro.
- j) Las bombas superficiales, flujómetro y tuberías de descarga deberán quedar protegidas contra congelamiento donde exista la posibilidad de heladas.
- k) El brocal de la fuente debe quedar tapado.

3.3. Arreglo Fotovoltaico

- a) El arreglo fotovoltaico deberá instalarse permanentemente lo más cercano posible de la fuente de agua, evitando zonas de posible inundación y tránsito de animales.
- b) No deberán existir obstáculos (árboles u otras estructuras permanentes) que proyecten sombra sobre los módulos a lo largo del día, específicamente entre las 10 a.m. y las 3 p.m.

- c) Los módulos solares estarán orientados al sur verdadero. Si se parte del sur magnético, hay que hacer los debidos ajustes por la declinación magnética del lugar.
- d) La inclinación del arreglo respecto a la horizontal quedará dentro de 15 grados de la latitud del lugar, pero no menor que 5 grados.
- e) La estructura deberá quedar debidamente ajustada para evitar que la orientación del arreglo cambie por la acción del viento. Se recomienda el uso de estructuras que permitan ajustes del ángulo de inclinación de acuerdo a la época del año. Se permite el uso de seguidores instalados de acuerdo a las instrucciones del fabricante.
- f) Los módulos deberán sujetarse a la estructura como mínimo con 4 tornillos de acero inoxidable por módulo.
- g) Los ductos eléctricos (si se aplica) deberán quedar ajustados firmemente a la estructura mediante cinchos o corbatas de plástico de color negro o acero inoxidable.

3.4. Controlador o Inversor

- a) El controlador o inversor deberá ubicarse en la zona posterior del arreglo, en un lugar accesible al usuario y a la sombra.
- b) El controlador o inversor deberá estar sujeto permanentemente a la estructura mediante elementos metálicos inoxidables.
- c) La tapa y los orificios de entrada de los cables al controlador o inversor deberán quedar herméticamente sellados para prevenir la entrada de agua, polvo o insectos.
- d) Estos requisitos (3.4a hasta 3.4c) quedan sin efecto si sistema no requiere controlador o inversor.

4. PRUEBAS DE ACEPTACIÓN

- a) El proveedor deberá llevar a cabo las pruebas de aceptación del equipo fotovoltaico, de acuerdo a estas Especificaciones, ante la presencia del comprador y del técnico designado por la Gerencia Estatal del FIRCO.
- b) La prueba de aceptación incluye la revisión de la instalación y prueba de rendimiento descritas en el formulario incluido en el Apéndice B.
- c) El desempeño del controlador y la bomba será verificado comparando la producción de agua con lo señalado en la documentación que entregó el proveedor.
- d) El proveedor notificará por escrito al Fideicomiso de Riesgo Compartido con un mínimo de 3 (tres) días de anticipación la fecha en que se va a realizar la instalación y prueba del sistema.

5. CAPACITACION

- a) El proveedor deberá de capacitar al productor en el sitio de la instalación sobre los temas contenidos en el Manual de Operación y Mantenimiento (ver sección 6.3-a)
- b) Esta capacitación no será menor de una hora para cada sistema instalado.

6. SERVICIO DE POSVENTA

- a) En caso de falla del sistema, el proveedor enviará a un técnico capacitado al sitio con el objeto de corregir la falla en un período no mayor a 15 días después de haber recibido el reporte de mal funcionamiento (por escrito o verbalmente).
- b) Durante el periodo de garantía de 18 meses, el proveedor deberá realizar el reemplazo preventivo de las partes sujetas a desgaste normal (escobillas, sellos, diafragmas, etc.) de acuerdo a las recomendaciones de los fabricantes de los equipos).
- c) El proveedor deberá reemplazar o reparar cualquier componente del sistema que muestre un deterioro acelerado o falla durante el periodo de garantía de 18 meses.
- d) Aparte de las visitas que sean necesarias bajo la sección 6-a, se deberá hacer una visita de mantenimiento preventivo al sitio del proyecto entre 15 y 18 meses después de la instalación para detectar y corregir problemas de corrosión, interperismo, reemplazo de escobillas, etc.
- e) Si el proveedor retrasa su servicio de posventa, la garantía de instalación (18 meses) se extenderá por un tiempo igual al de dicho retraso.

7. DOCUMENTOS TÉCNICOS A ENTREGAR

7.1. Oferta Técnica

- a) Resumen de la experiencia de la empresa en instalación de sistemas fotovoltaicos.
- b) Relación de partes y componentes del sistema.
- c) Dimensionamiento del sistema, incluyendo selección de la bomba, dimensionamiento de los cables y producción mensual esperada.
- d) Originales o fotocopias legibles de las especificaciones técnicas y manuales de los fabricantes de todas las partes y componentes mayores del sistema. Respecto a los módulos, controlador y bomba/motor, se requiere documentación del fabricante sobre declaración de garantía, curvas de rendimiento, características de operación y materiales de construcción.
- e) Programa de mantenimiento preventivo con fechas y componentes a reemplazar para asegurar que el sistema funcione sin interrupciones durante el periodo de garantía de 18 meses.

7.2. Oferta Económica

- a) Costo total y desglose detallado, indicando las características, cantidades y precios unitarios de cada una de las partes y componentes; así como costo de instalación, capacitación, mantenimiento, servicio posventa y los impuestos correspondientes.
- b) Condiciones comerciales de venta.
- c) Vigencia de la cotización.

7.3. Al Entregar el Sistema de Bombeo

- a) Manual de operación y mantenimiento que contenga:
 - datos de la empresa.
 - manera de operación del sistema
 - medidas de seguridad
 - rutina de mantenimiento y periodicidad
 - relación de posibles causas de falla
 - bitácora de inspección y mantenimiento

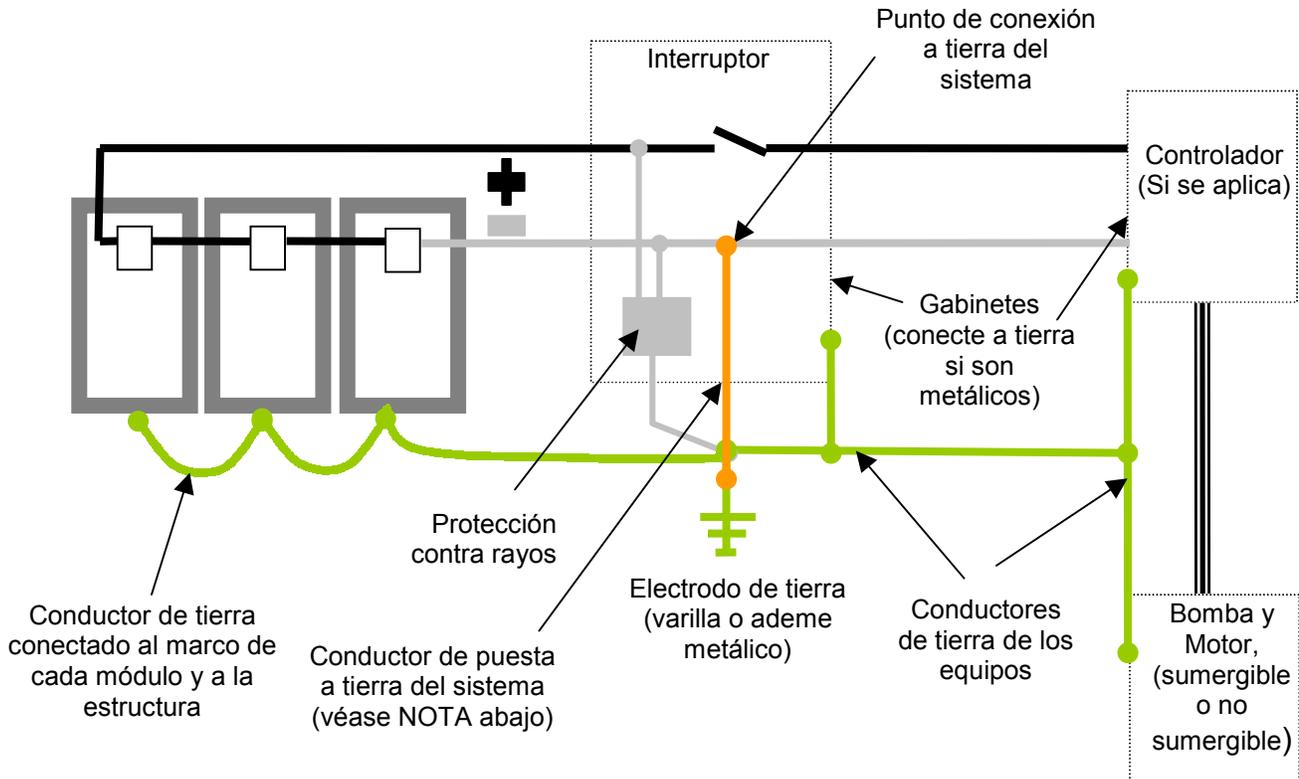
- marca y modelo de cada componente
- a) Diagrama eléctrico y mecánico de la instalación
 - b) Resultados de la prueba de aceptación.

8. CONTROVERSIAS

Cualquier controversia respecto a la amplitud, profundidad, significado, aclaración o propuesta de excepción o modificación a estas Especificaciones Técnicas, será enviada a la Dirección de Desarrollo Técnico e Institucional del FIRCO, para su análisis y decisión al respecto.

DIAGRAMA ELÉCTRICO DE UN SISTEMA DE BOMBEO HIPOTÉTICO MOSTRANDO EL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

(Consulte el texto de las Especificaciones para aclaraciones)



NOTA: Haga la conexión del conductor negativo del arreglo a tierra sólo si

1. el controlador no hace esta conexión internamente, y además
2. el diseño del controlador lo permite

Consulte al fabricante del controlador sobre esta conexión



EVALUACIÓN DE LAS OFERTAS DE PROVEEDORES

En caso de ser necesario escoger la propuesta más apropiada entre varias cotizaciones, un cuadro comparativo como el que mostramos en esta sección es de mucha utilidad. Los factores que se deben tomar en cuenta para calificar una propuesta son:

1. Cumplimiento con las especificaciones técnicas
2. Costo total del sistema
3. Garantías y mantenimiento
4. Seriedad y experiencia de la empresa

La responsabilidad de suplir la demanda de agua durante el mes crítico le corresponde al proveedor. Este requisito debe establecerse claramente en las especificaciones técnicas del proyecto. Una propuesta bien hecha debe demostrar claramente que:

1. El sistema propuesto podrá bombear la cantidad de agua necesaria en la época crítica.
2. La bomba escogida es apropiada para las condiciones del proyecto.
3. El sistema incluya todos los componentes y accesorios pedidos en las especificaciones técnicas (medidor de flujo, sistema de aterrizado, etc.)
4. Los componentes sean conocidos y de buena calidad.
5. El plan de mantenimiento (si se aplica) incluye todas las recomendaciones de mantenimiento del fabricante para cada componente.
6. Los niveles de potencia y voltaje de cada componente no sobrepasan los límites recomendados por el fabricante.

El proyectista no necesita hacer un análisis detallado para verificar el diseño del proveedor. Para esto, sería necesario interpretar las curvas de rendimiento de los componentes del sistema. Sin embargo, es recomendable que el proyectista compare la oferta del proveedor con el sus propias estimaciones de costo y tamaño del sistema. Si hay discrepancias muy significativas, el proyectista puede pedir aclaraciones.

FORMULARIO PARA EVALUACION DE OFERTAS

Nombre del proyecto: _____ Evaluador: _____ Fecha: _____

Sito: _____ Carga Dinámica Total (cdt): _____ Demanda: _____ m³ / día

Proveedor: _____

A	B	C	D	E	F	G
Producción estimada (m ³ / día)	Módulos		Arreglo			
	Modelo	Potencia pico (Wp)	Número de módulos	Potencia Pico (Wp)	Voltaje nominal (Vp)	Corriente nominal (Ip)

H	I	J	K	L	M
Modelo de Bomba	Modelo de Contralador	Costo del sistema			Comentarios
		Total (con IVA)	\$ / Wp (J / E) ¹	\$ / m ⁴ J/(A * cdt) ²	

Proveedor: _____

A	B	C	D	E	F	G
Producción estimada (m ³ / día)	Módulos		Arreglo			
	Modelo	Potencia pico (Wp)	Número de módulos	Potencia Pico (Wp)	Voltaje nominal (Vp)	Corriente nominal (Ip)

H	I	J	K	L	M
Modelo de Bomba	Modelo de Controlador	Costo del sistema			Comentarios
		Total (con IVA)	\$ / Wp (J / E) ¹	\$ / m ⁴ J/(A * cdt) ²	

1. Divida la casilla J entre la casilla E, es decir J / E
2. Divida la casilla J entre el producto de la casilla A por la cdt, es decir J / (A*cdt)



La prueba de aceptación asegura al instalador y al cliente que el sistema fue instalado de acuerdo a lo ofrecido en la propuesta. Una buena instalación aumenta la confiabilidad y durabilidad del sistema, así como la seguridad del operador. El instalador debe hacer una prueba similar como control de calidad. Esta información debe ser incluida en el reporte de instalación del sistema.

La prueba de aceptación se puede hacer en cuatro partes: 1) verificación de componentes del sistema, 2) inspección visual de la instalación, 3) pruebas eléctricas y 4) prueba de bombeo. Es preciso aclarar que las pruebas eléctricas deben ser realizadas por personal calificado solamente. Se recomienda que el instalador del sistema realice estas pruebas. Note que se requiere un multímetro de buena calidad, un piranómetro o medidor de radiación solar, un inclinómetro, una brújula, una cubeta y un cronómetro para hacer una prueba de aceptación completa.

Verificación de los componentes del sistema

Verifique los componentes del arreglo FV. Los datos de los módulos (V_p , V_{oc} , I_{sc} , I_p y W_p) se encuentran en la parte posterior de cada módulo. Los parámetros del arreglo se calculan en base a los datos del módulo. Para obtener V_p del arreglo, tome el valor de V_p del módulo y multiplíquelo por el número de módulos en serie. Similarmente, I_p del arreglo se calcula del valor de I_p del módulo multiplicado por el número de hileras de módulos en paralelo. Anote también el modelo y número de serie de la bomba y el controlador. Esta información debe corresponder con el diseño propuesto por el proveedor.

Inspección visual

La inspección visual de la instalación no requieren de medición alguna. Asegúrese que existe un sistema de aterrizado. Es importante que la estructura de arreglo, cada módulo, el controlador y la bomba estén conectados al sistema de tierra. Asegúrese que las conexiones eléctricas en los módulos, controlador y la bomba estén protegidas mecánicamente. Todas las conexiones eléctricas deben estar bien selladas para impedir la infiltración de humedad. Se deben tomar medidas para asegurar que actividades normales alrededor de la instalación no resulten en daños a los componentes del sistema.

Pruebas eléctricas

En esta sección se miden el voltaje de circuito abierto (V_{ca}) y la corriente de circuito cerrado del arreglo (I_{cc}). Si la corriente esperada del arreglo es mayor a la capacidad del medidor, se puede medir la corriente de cada hilera de módulos y sumarlas para obtener el total para el arreglo. Estas mediciones sirven para verificar que el arreglo ha sido conectado correctamente. Asegúrese que los cables desconectados durante las pruebas eléctricas sean debidamente reconectados.

Prueba de bombeo

Esta es la parte de la prueba de aceptación más importante y más sencilla de realizar. Es importante anotar la hora del día y las condiciones en que se realiza la pruebas de bombeo. Si se cuenta con un piranómetro, se puede anotar la irradiancia solar a la inclinación del arreglo. Para hacer la prueba, mida el tiempo que en que el sistema llena un recipiente de volumen conocido y calcule el flujo en litros por hora. Si la prueba se hace cerca del mediodía de un día despejado, se puede estimar la producción diaria del sistema asumiendo que el flujo de agua es constante durante el número de horas solares pico. Por ejemplo, si se obtiene un flujo de 1000 litros por hora cerca del mediodía de un día despejado, y se espera una irradiancia de 5 horas solares pico, el volumen diario de agua esperado es aproximadamente 5,000 litros.

PROTOCOLO DE PRUEBA DE ACEPTACIÓN

A. DATOS GENERALES

1. Datos del Proyecto

Nombre del proyecto: _____ Nombre del dueño: _____

Ubicación: _____ Latitud: _____ Longitud: _____

Instalado por: _____ Fecha de instalación: _____

2. Datos de la Fuente:

Tipo de Fuente: _____ Profundidad: _____ m Nivel Estático: _____ m Apertura: _____ m

Carga Dinámica Total: _____ m Demanda Crítica: _____ lpd Mes Crítico: _____

B. COMPONENTES DEL SISTEMA

1. Arreglo Fotovoltaico

Tipo de estructura: _____ Inclinación: _____ Orientación: _____

Marca y modelo de módulos: _____

	Módulos en Serie	Módulos en Paralelo	Potencia Nominal W	Voltaje Nominal (Vp)	Corriente Nominal (Ip)	Volt. de Circ. Abierto (Vca)	Corr. de Corto Circuito (Isc)
Módulo							
Arreglo							

No. de serie (módulos) _____

2. Equipo de Bombeo

Marca y modelo del controlador /inversor: _____ Número de serie: _____

Marca y modelo de la bomba: _____ Número de serie: _____

3. Otros Componentes

Componente	Descripción
Sistema de tierra	
Protección contra rayos	
Interruptor del arreglo	
Sensores de nivel	
Medidor de flujo	
Soga o cable de seguridad	

Cimientos	
-----------	--

C. INSPECCIÓN DE LA INSTALACIÓN

	Bien	Mal	Comentarios
Apariencia general del sistema instalado			
Posición, inclinación y orientación del arreglo, instalación de módulos			
Sistema de tierra, protección contra rayos y diodos en los módulos			
Conductores (tipo, tamaño, método de instalación)			
Conexiones eléctricas (alivio de tensión, terminales, firmeza)			
Conexiones sumergibles (alivio de tensión, aislamiento)			
Cajas y gabinetes (tipo, montaje, sello de tapas y orificios)			
Cimientos y estructuras de montaje (material, rigidez)			
Soga o cable de seguridad y estructura en el brocal			
Plomería dentro y fuera de la fuente, flujómetro (materiales, instalación)			
Tornillería y herrajes (materiales, instalación)			

D. PRUEBAS ELÉCTRICAS Y DE BOMBEO

Hora	Irrad.*	Temp.**	Vca, bomba parada	Vp, bomba funcionando	Ip, bomba funcionando	Flujo medido	Flujo esperado

* Anote la lectura del piranómetro al ángulo del arreglo o descripción: Despejado, Nublado o Soleado con nubes

** Anote la temperatura de la parte posterior del módulo o descripción: Caluroso o Frío; Con Brisa o Sin Brisa

E. COMENTARIOS ADICIONALES

F. RESULTADOS Y FIRMAS

<input type="checkbox"/> PASA LA INSPECCIÓN	<input type="checkbox"/> NO PASA LA INSPECCIÓN
FIRCO: _____	Cliente: _____
Vendedor: _____	Fecha: _____



INFORME DE MANTENIMIENTO DEL SISTEMA

Nombre del proyecto: _____ Evaluador: _____ Fecha: _____

Lectura actual del medidor de volumen _____ m³ Fecha en que ocurrió el incidente _____

Tipo de mantenimiento:

Planificado No planificado Emergencia

Condición del sistema previa a este mantenimiento

No trabaja Bajo rendimiento Normal

Descripción del evento:

Sub-sistemas involucrados:

Arreglo Bomba Estructura Tubería
 Batería Inversor Cableado Control/Interruptor
 Otro: _____

Acción tomada

Ajuste Prueba Reparación Reemplazo Inspección

Partes Reemplazadas:

Mano de obra y costos:

Horas requeridas para viajar	_____	Costo total de mano de obra	_____
Horas requeridas para reparaciones	_____	Costo total de refacciones	_____
Número de personas	_____	Otros costos	_____
Total horas-hombre	_____		_____

Situación del sistema después de la acción

Sistema trabajando normalmente Sí NO

Notas:



INFORME DE INSPECCION DEL SISTEMA

Nombre del proyecto: _____	Evaluador: _____	Fecha: _____
----------------------------	------------------	--------------

TOTAL DE AGUA BOMBEADA (del medidor) _____ m³

PRUEBA DE BOMBEO				
Tiempo de prueba	Carga Total	Insolación	Volumen	Tasa de Flujo
min	m	W/m ²	l	l/min

INSPECCIÓN FÍSICA						
	Situación Actual (seleccione el apropiado)					Descripción
Bomba	OK <input type="checkbox"/>	Descompuesta <input type="checkbox"/>	Conector Dañado <input type="checkbox"/>	Tapada <input type="checkbox"/>	Otro <input type="checkbox"/>	
Controles/Interruptor	OK <input type="checkbox"/>	Descompuesto <input type="checkbox"/>	Alambre Defectuoso <input type="checkbox"/>	Conrección defectuosa <input type="checkbox"/>	Otro <input type="checkbox"/>	
Tubería	OK <input type="checkbox"/>	Rota <input type="checkbox"/>	Fuga <input type="checkbox"/>	Tapada <input type="checkbox"/>	Otro <input type="checkbox"/>	
Cableado	OK <input type="checkbox"/>	Rajaduras <input type="checkbox"/>	Quemado <input type="checkbox"/>	Flojo <input type="checkbox"/>	Otro <input type="checkbox"/>	
Estructura	OK <input type="checkbox"/>	Rota <input type="checkbox"/>	Corrosión <input type="checkbox"/>	Floja <input type="checkbox"/>	Otro <input type="checkbox"/>	
Inversor o controlador	OK <input type="checkbox"/>	Quemado <input type="checkbox"/>	Alambre Defectuoso <input type="checkbox"/>	Fusible <input type="checkbox"/>	Otro <input type="checkbox"/>	
Modelo:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Arreglo o Modulo FV	OK <input type="checkbox"/>	Roto <input type="checkbox"/>	Sombreado <input type="checkbox"/>	Sucio <input type="checkbox"/>	Otro <input type="checkbox"/>	

PRUEBA DEL ARREGLO (solamente personal calificado)							
Arreglo (___ s x ___ p)	Hora	Insolación	Temp. Módulo.	Icc	Vca	Icarga	Vcarga
Wp		W/m ²	°C	A	V	A	V

COMENTARIOS ADICIONALES: